

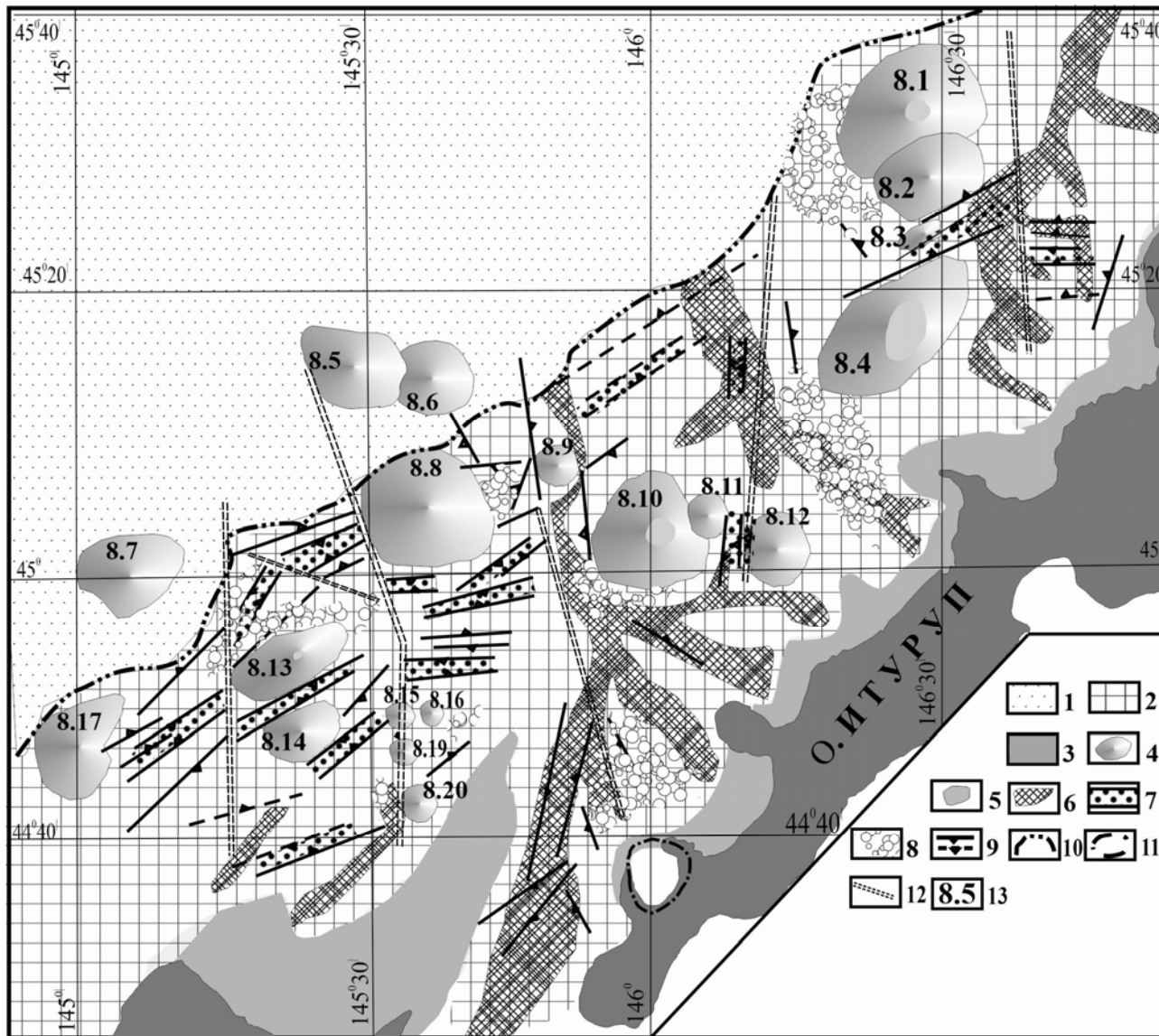
ПОДВОДНЫЕ ВУЛКАНЫ ЮЖНО-ИТУРУПСКОЙ ГРУППЫ (КУРИЛЬСКАЯ ОСТРОВНАЯ ДУГА)

**Ю.И. Блох¹, В.И. Бондаренко², А.С. Долгаль³, П.Н. Новикова³, В.В. Петрова⁴,
О.В. Пилипенко⁵, В.А. Рашидов⁶, А.А. Трусков⁷**

¹Москва; ²Костромской ГУ, Кострома; ³Горный институт УрО РАН, Пермь;
⁴Геологический институт РАН, Москва; ⁵Институт физики Земли им. О.Ю.
Шмидта РАН, Москва; ⁶Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский; ⁷АО «ГНПП Аэрогеофизика», Москва



МОРФОСТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЮЖНО-ИТУРУПСКОЙ ГРУППЫ ПОДВОДНЫХ ВУЛКАНОВ



Подводные вулканы Южно-Итурупской группы образуют две отчетливо выраженные цепочки – субмеридиональную, образованную вулканами 8.1-8.4, и субширотную, образованную вулканами 8.10–8.12.

- 1 – аккумулятивная поверхность дна Курильской котловины;
- 2 – прикурильский склон котловины;
- 3 – приостровной шельф;
- 4 – подводные вулканы;
- 5 – уплощенные вершины подводных вулканов;
- 6 – крупные подводные каньоны на приостровных склонах;
- 7 – грабены на приостровном склоне, заполненные современными осадочными отложениями;
- 8 – участки, на которых отмечаются оползневые образования;
- 9 – разрывные нарушения, фиксируемые или предполагаемые по данным геофизических исследований;
- 10 – граница Курильской котловины;
- 11 – гребень кальдеры Львиная Пасты;
- 12 – предполагаемые зоны сдвигов;
- 13 – номера подводных вулканов.

При современном уровне изученности в пределах этой группы насчитывается 20 островершинных и плосковершинных вулканических построек и наземно-подводная кальдера Львиная Пасть, объем впадины которой $\geq 70 \text{ км}^3$.

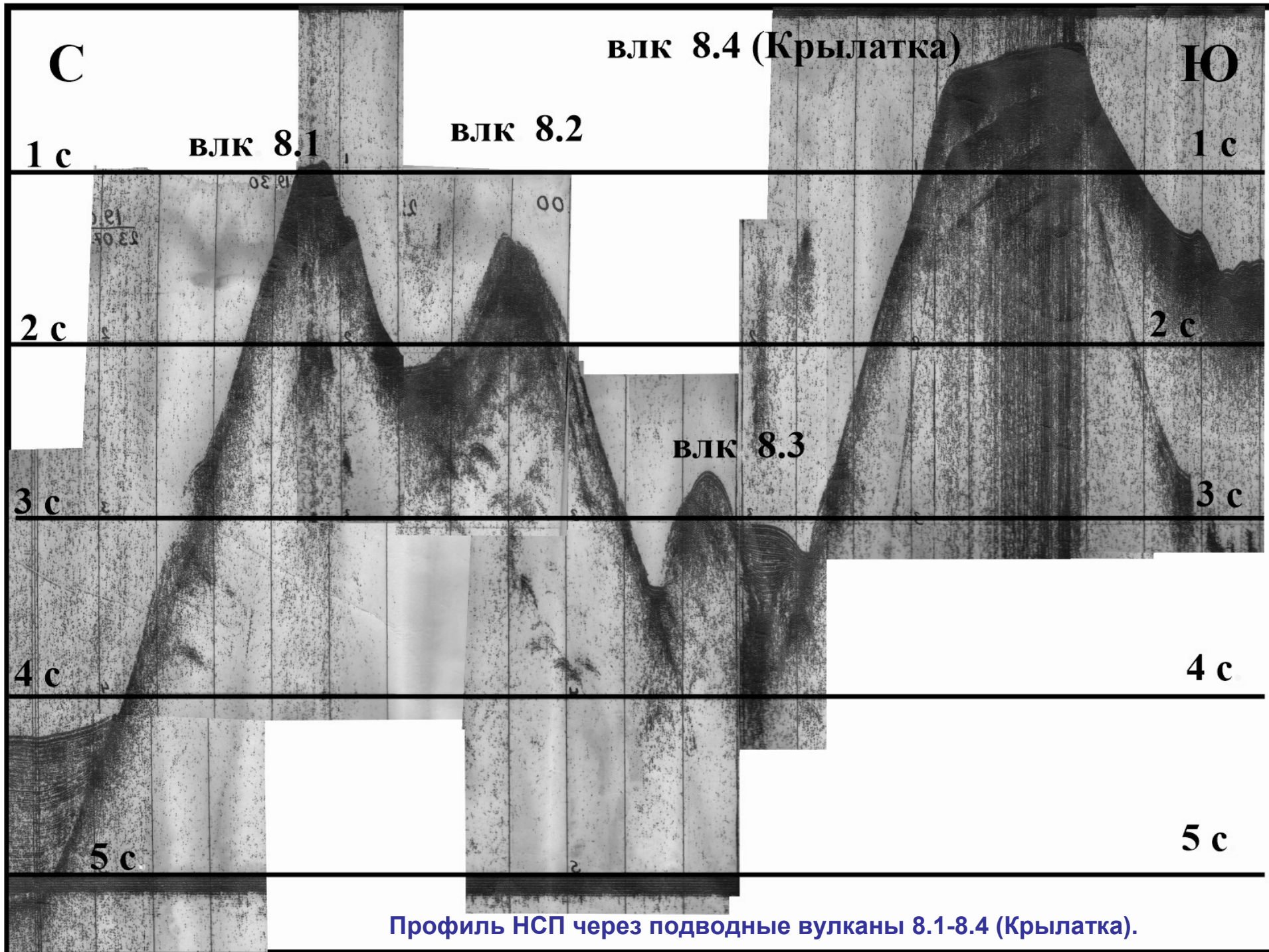
Относительная высота вулканических построек изменяется в интервале от 250 до 2500 м, глубина над вершинами – от 67 до 2295 м, а объемы – от 0.35 до 270 км^3 .

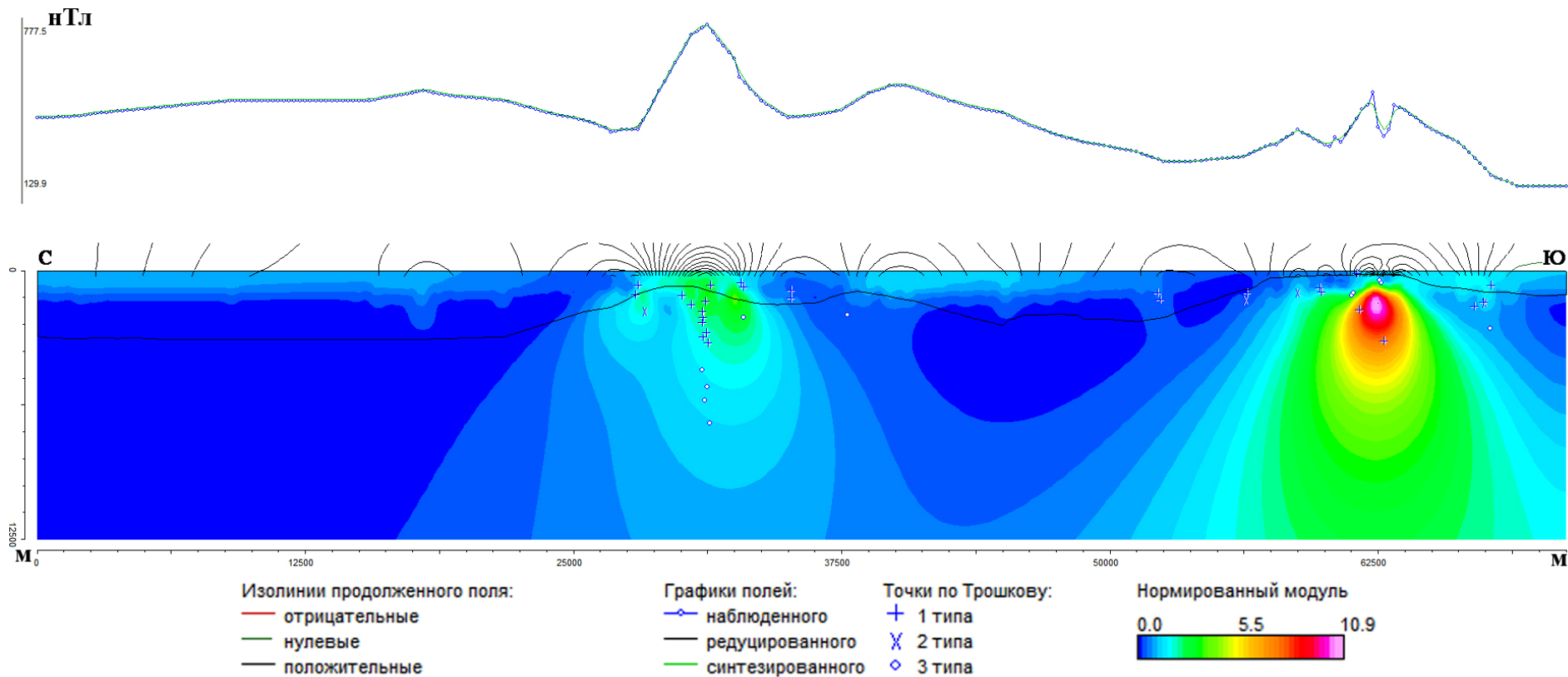
Подводные вулканы отображаются в магнитном поле локальными аномалиями ΔT_a , размах которых достигает 450 нТл.

Мощность донных осадков незначительна, и только вблизи вулканов, расположенных на склоне Курильской котловины, она достигает 1000 м.

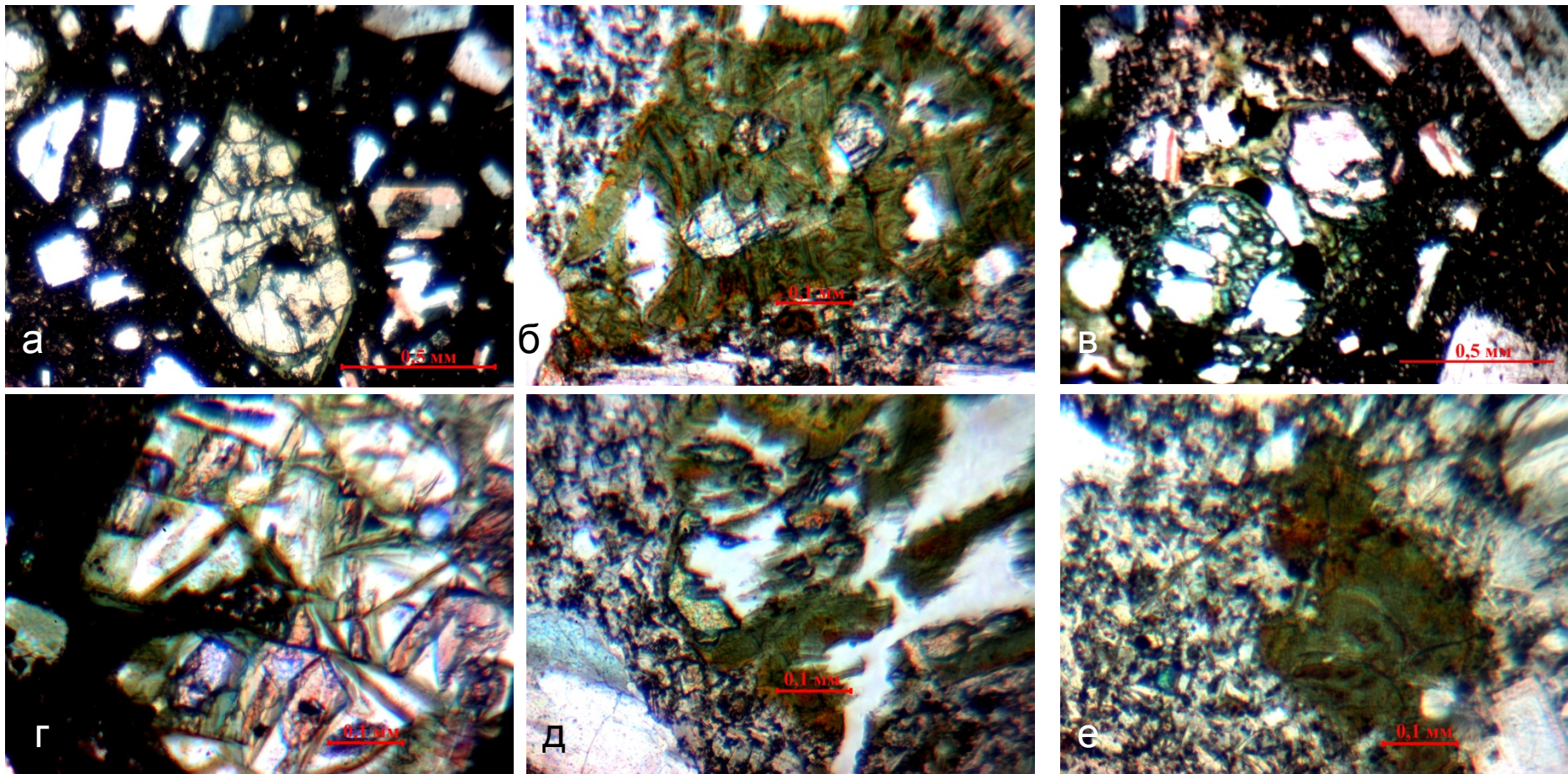


Залив Львиная Пасть





Изображение, синтезированное системой СИНГУЛЯР для локализации особых точек функции, описывающей аномальное магнитное поле ΔT_a подводных вулканов 8.1-8.4, наложенное на рельеф дна.



- а – периферия кристалла пироксена и трещины в нем выполнены хлоритом;
 б – практически полное замещение вкрапленника пироксена хлоритом;
 в – практически полное замещение вкрапленника оливина хлоритом;
 г – трещинные пространства во вкрапленнике оливина выполнены хлоритом;
 д – первичный вкрапленник (пироксена?) полностью изменен и замещен хлоритом;
 е – свободное межзерновое пространство выполнено хлоритом и эпидотом.

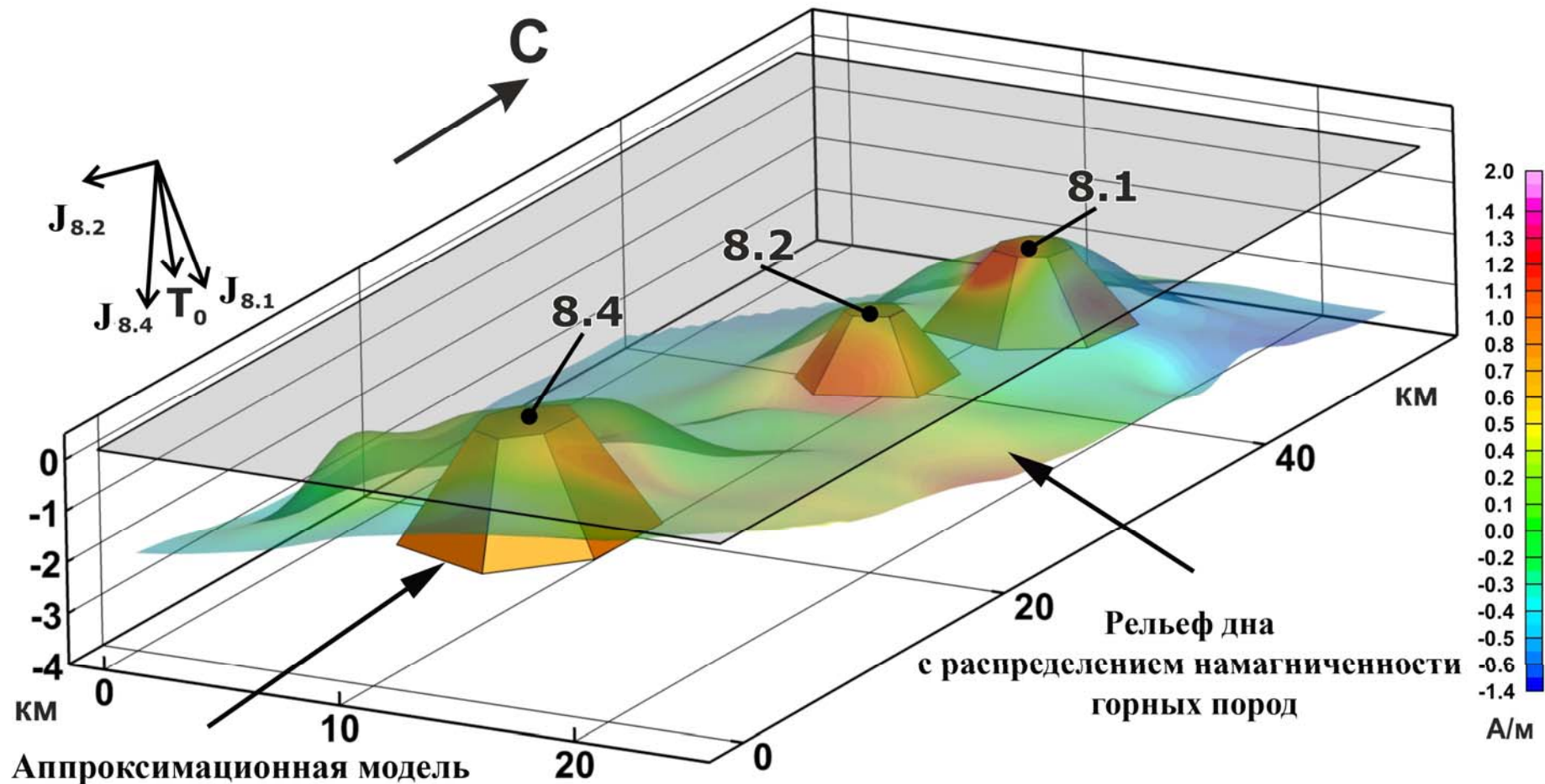
В базальте преобразованы только вкрапленники и заполнены свободные пространства, а основная масса не затронута вторичными процессами.

Подводный вулкан 8.1. Образец В-17-41/8

Уточнение направления вектора $J_{эф}$

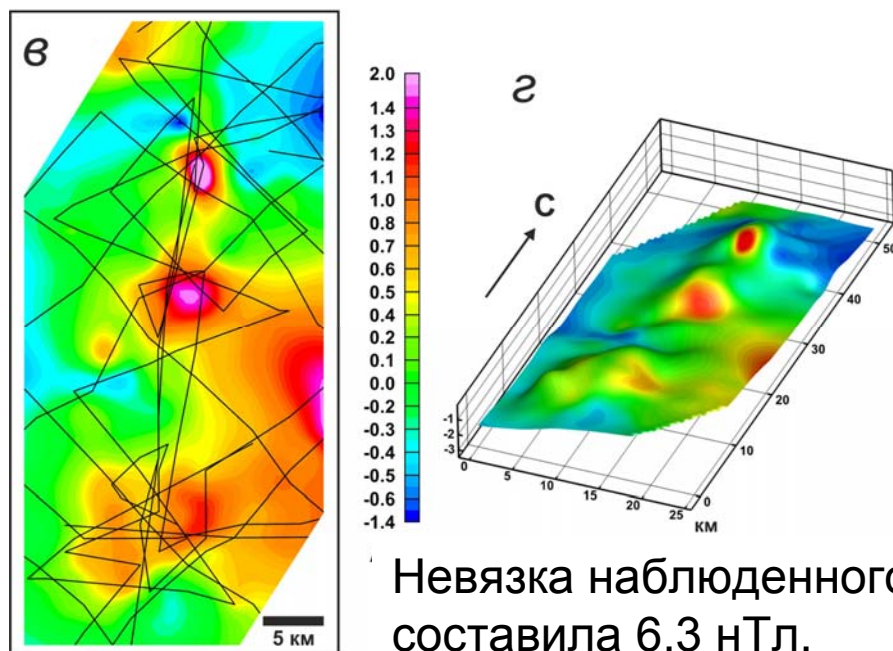
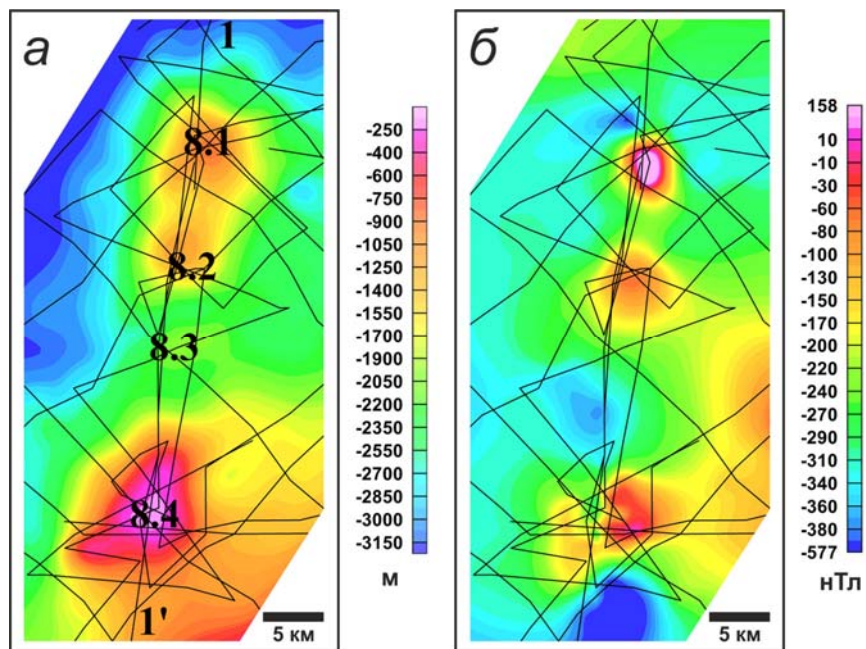
Установлено, что вектор эффективной намагниченности $J_{эф}$ вулкана 8.1 имеет склонение 62° и наклонение 56° и развернут относительно нормального магнитного поля Земли T_0 на 36° ; $J_{эф}$ вулкана 8.2 имеет склонение 176° и наклонение 80° и развернут относительно нормального магнитного поля Земли T_0 на 41° ; $J_{эф}$ вулкана 8.4 имеет склонение 174° и наклонение 64° и развернут относительно нормального магнитного поля Земли T_0 на 57° .

Это свидетельствуют о приуроченности времени образования вулканов 8.1, 8.2 и 8.4, как и других изученных подводных вулканов Курильской островной дуги, к периоду геомагнитных инверсий.



3D-моделирование

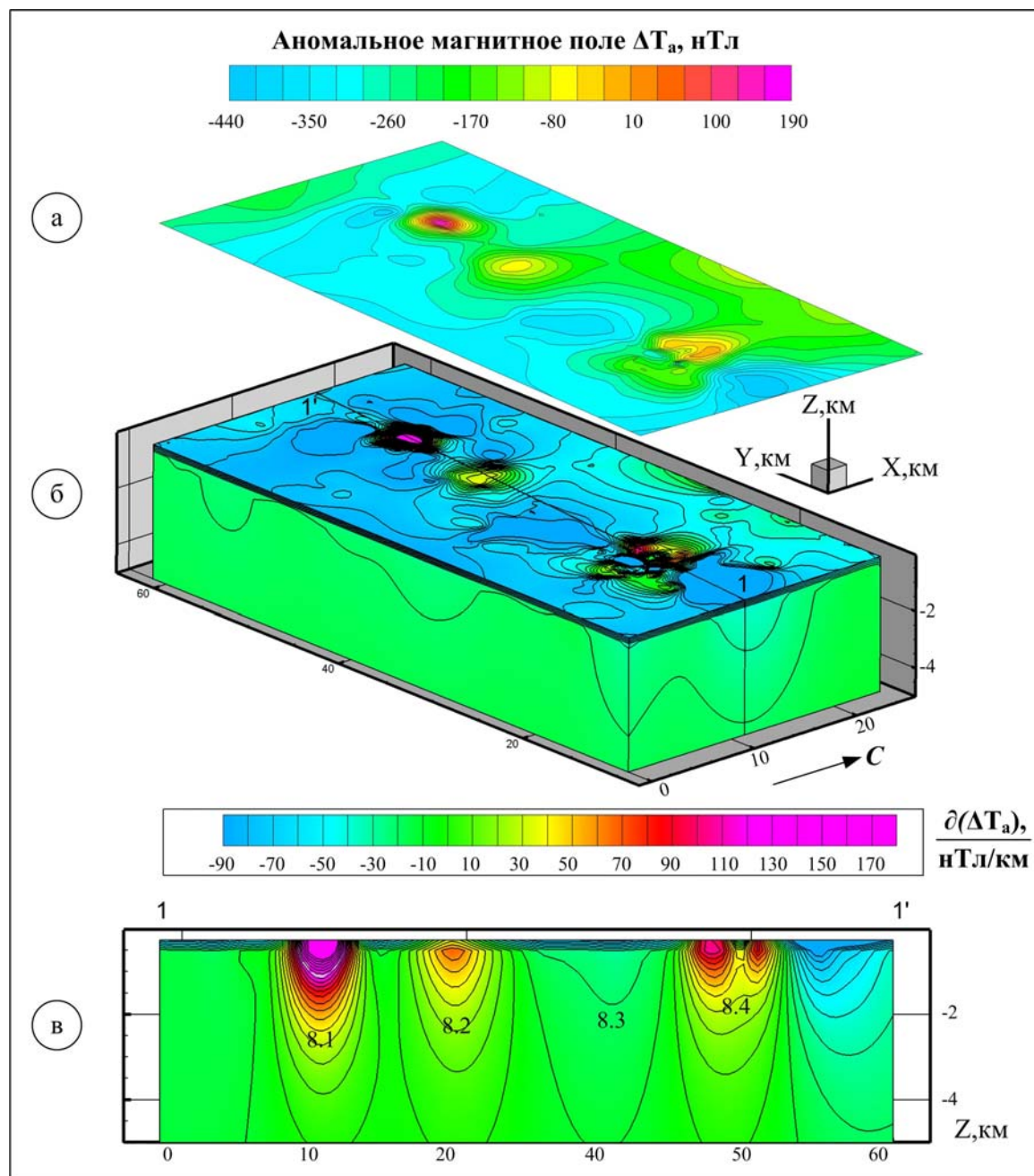
ПОДВОДНЫЕ ВУЛКАНЫ 8.1-8.4



а – батиметрия;
б – аномальное магнитное поле ΔT_a ;
в – распределение эффективной намагниченности вулкана;
г – распределение эффективной намагниченности, изображенное на поверхности вулкана.

Невязка наблюдаемого и модельного полей по 83 итерациям составила 6.3 нТл.

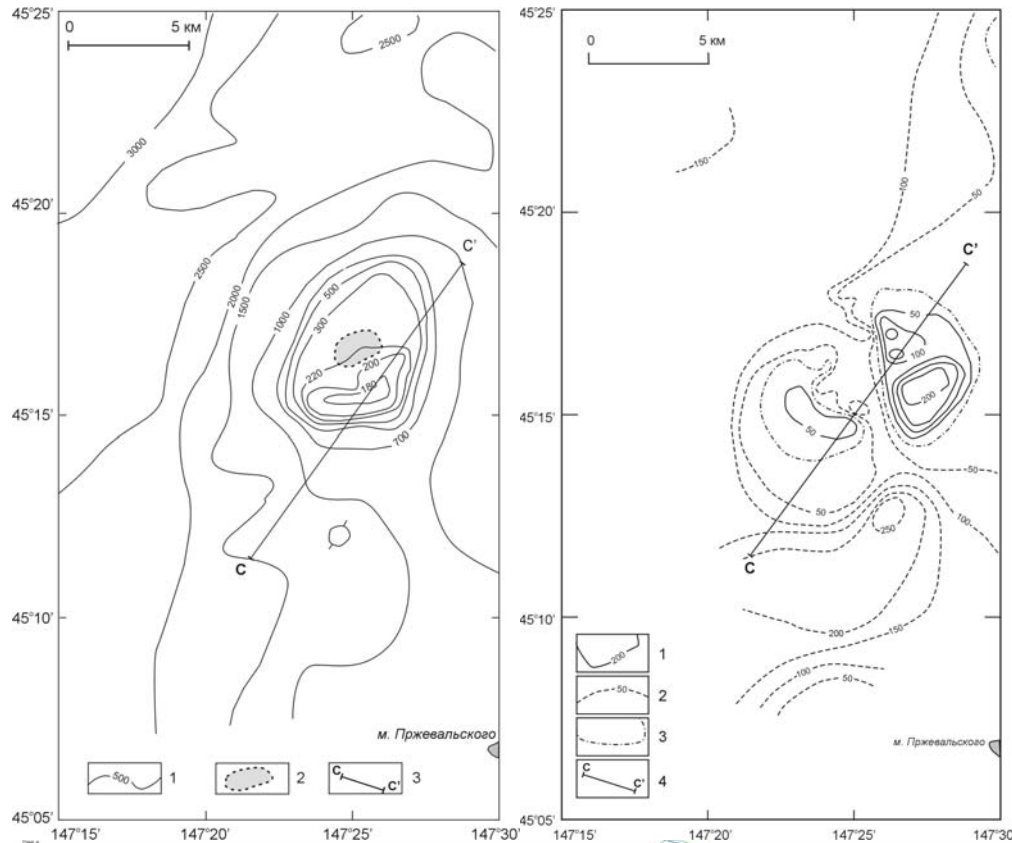
ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ



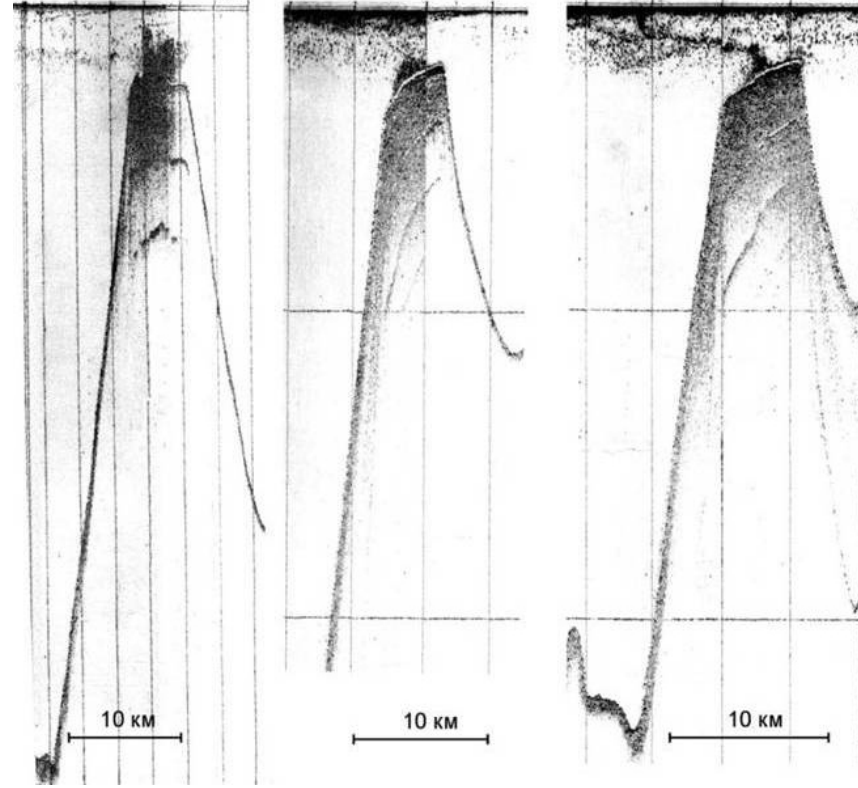
Субвертикальные аномальные зоны эффективной намагниченности, связанные с вулканами 8.1 и 8.2, простираются на глубину > 5 км. Вулкан 8.3 характеризуется отрицательной аномальной зоной с широким раструбом, сужающимся только на глубине ~ 2 км, а дальше зона становится субвертикальной и распространяется до глубин 4.5-5 км. Аномальная зона эффективной намагниченности, связанная с вулканом 8.4, до глубины 1.5 км является сложной по морфологии. Ниже она становится субвертикальной и прослеживается на глубину > 5 км.

Подводный вулкан Крылатка (8.4)

Рельеф и аномальное магнитное поле ΔT_a



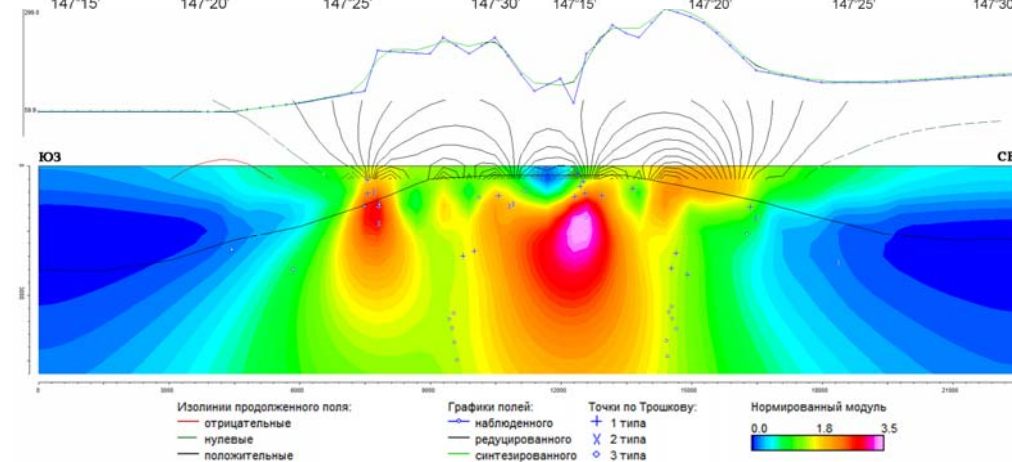
Акустические аномалии в водной толще



03.08.1983

07.07.1989

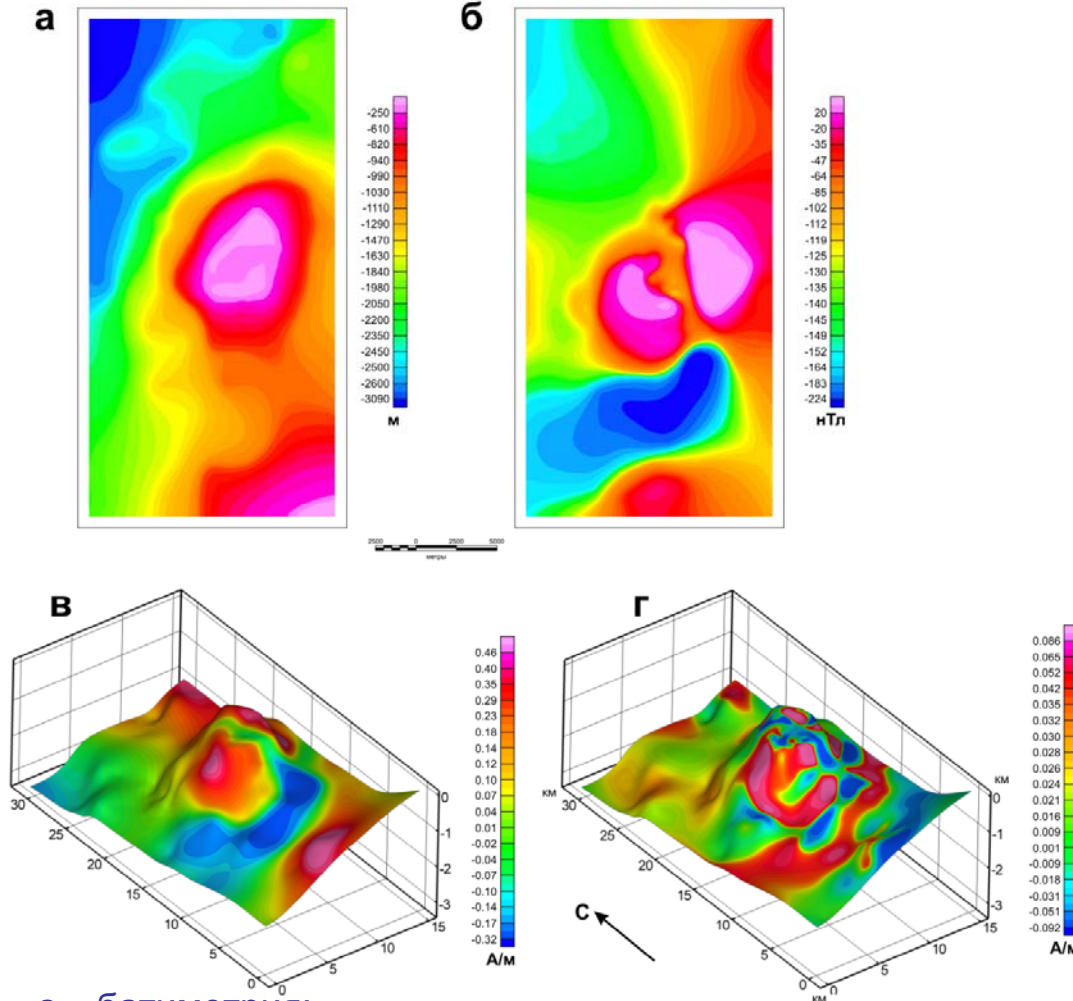
06.07.1989



Изображение, синтезированное системой СИНГУЛЯР для локализации особых точек функции, описывающей аномальное магнитное поле ΔT_a , наложенное на рельеф дна.

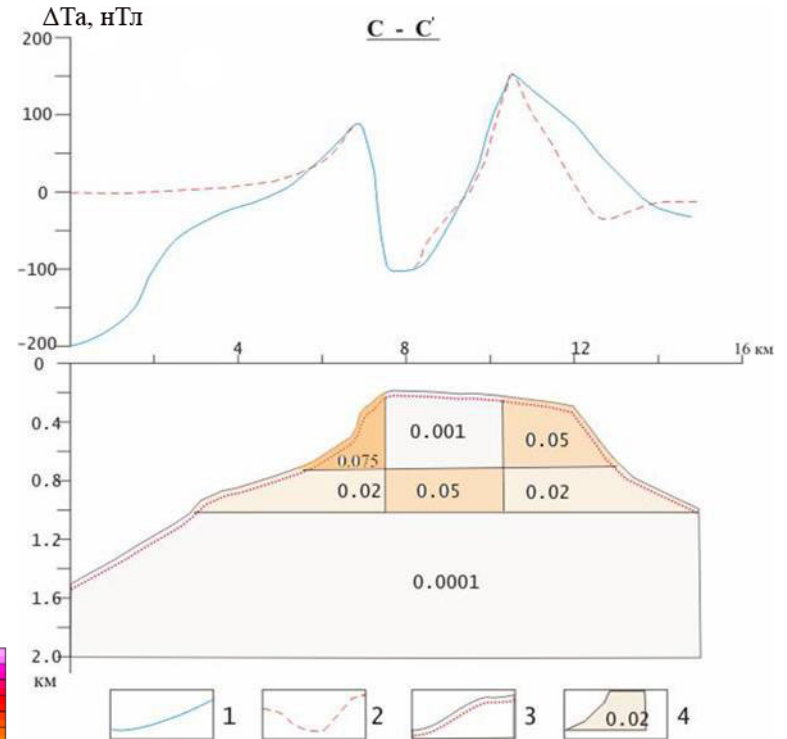
Подводный вулкан Крылатка

3D магнитное моделирование



а – батиметрия;
б – аномальное магнитное поле ΔT_a ;
в – распределение эффективной намагниченности вулкана, изображенное на поверхности вулкана;
г – распределение локальной эффективной намагниченности, изображенное на поверхности вулкана.

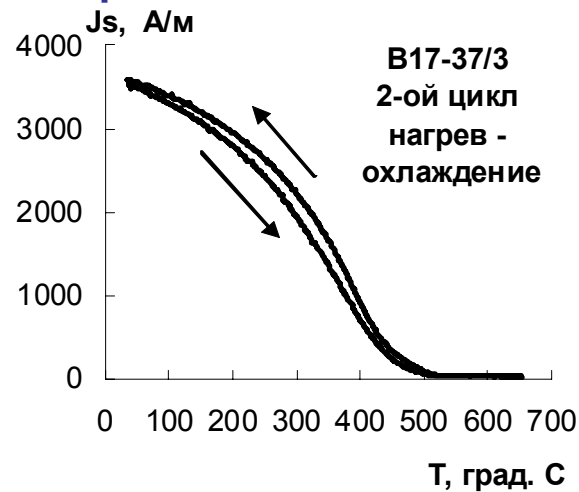
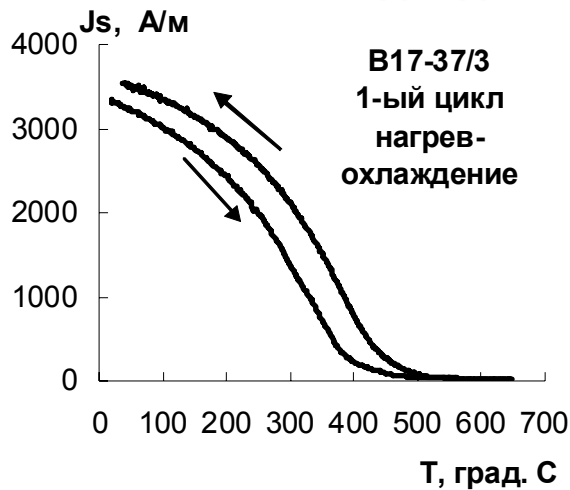
2.5D магнитное моделирование



1 – наблюдаемое магнитное поле ΔT_a ;
2 – модельное магнитное поле;
3 – поверхность дна;
4 – аномалиеобразующее тело со значениями эффективной намагниченности $J_{эф}$ (A/m).

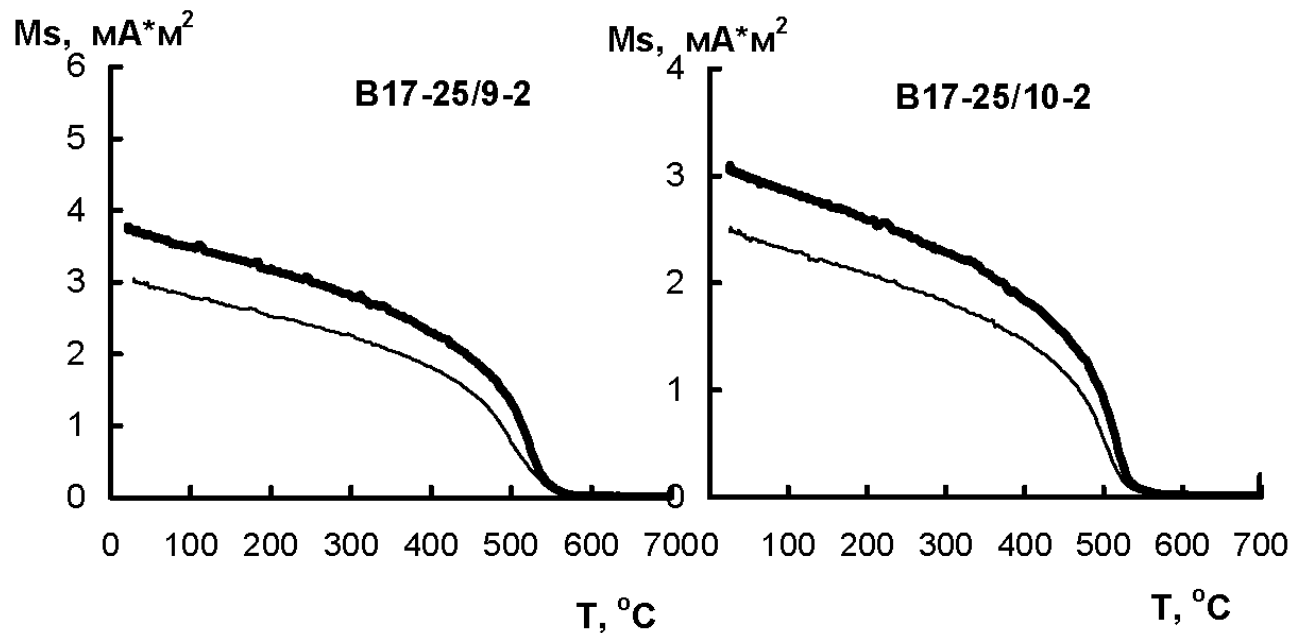
ТЕРМОМАГНИТНЫЙ АНАЛИЗ

Подводный вулкан Крылатка



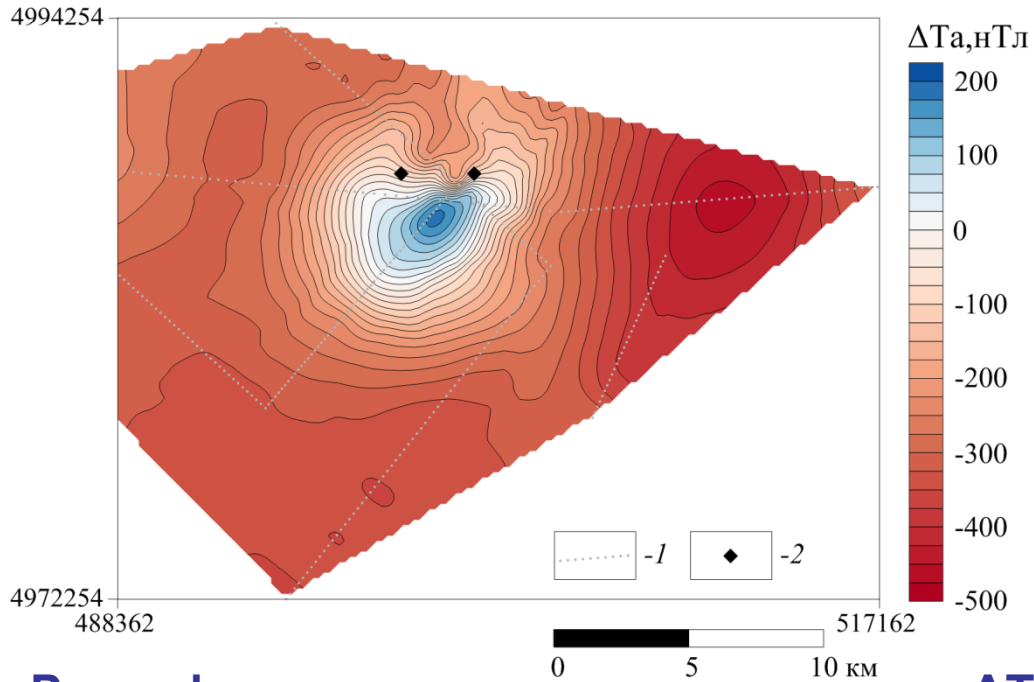
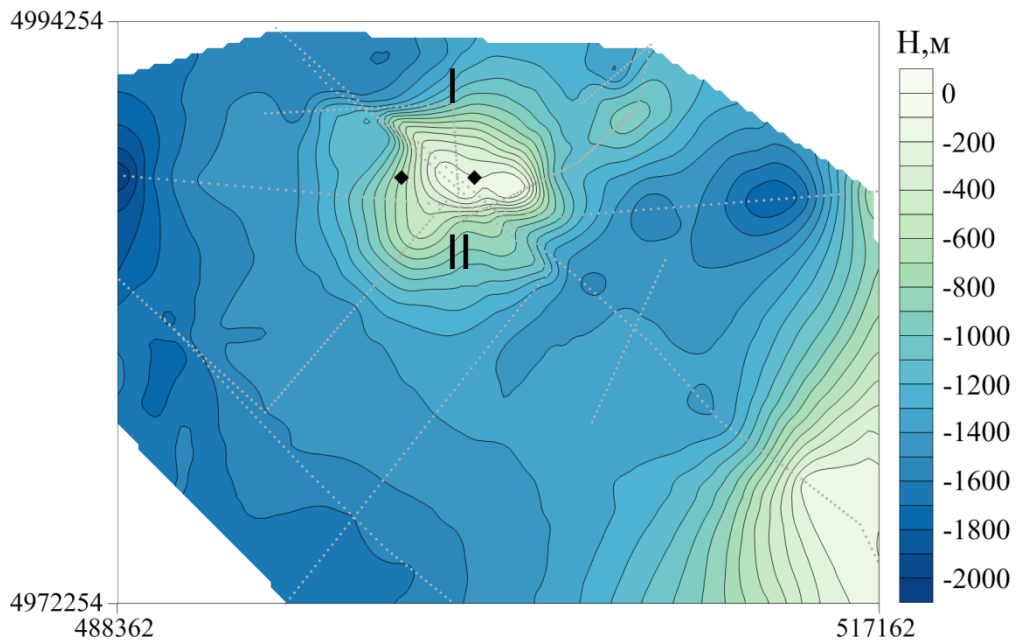
Стрелками обозначен цикл нагрев-охлаждение.

Подводный вулкан 8.10

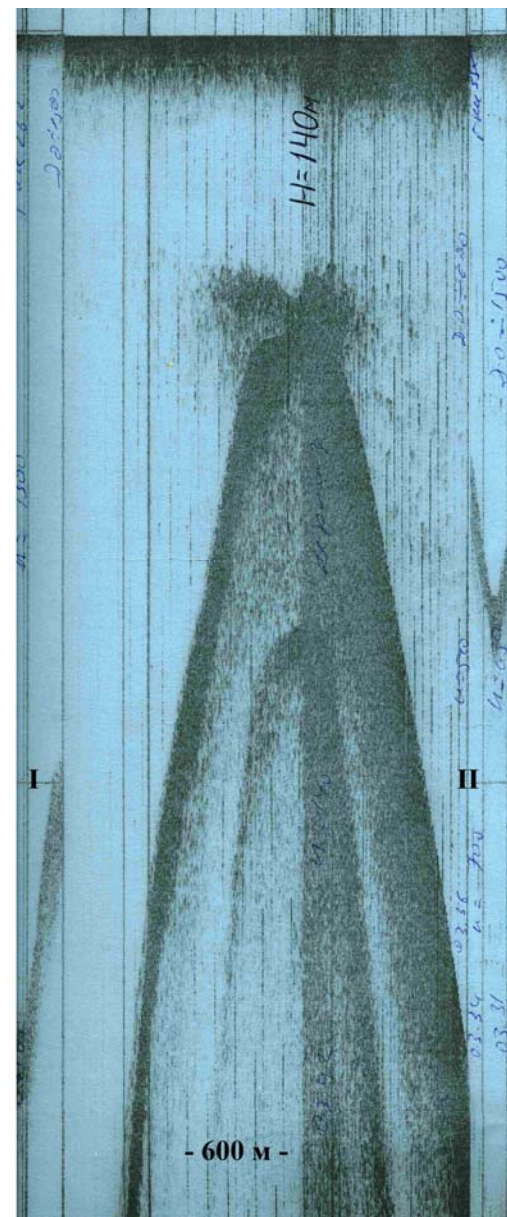


Жирная линия – кривая первого нагрева.
Тонкая линия – кривая второго нагрева.

ПОДВОДНЫЙ ВУЛКАН 8.10

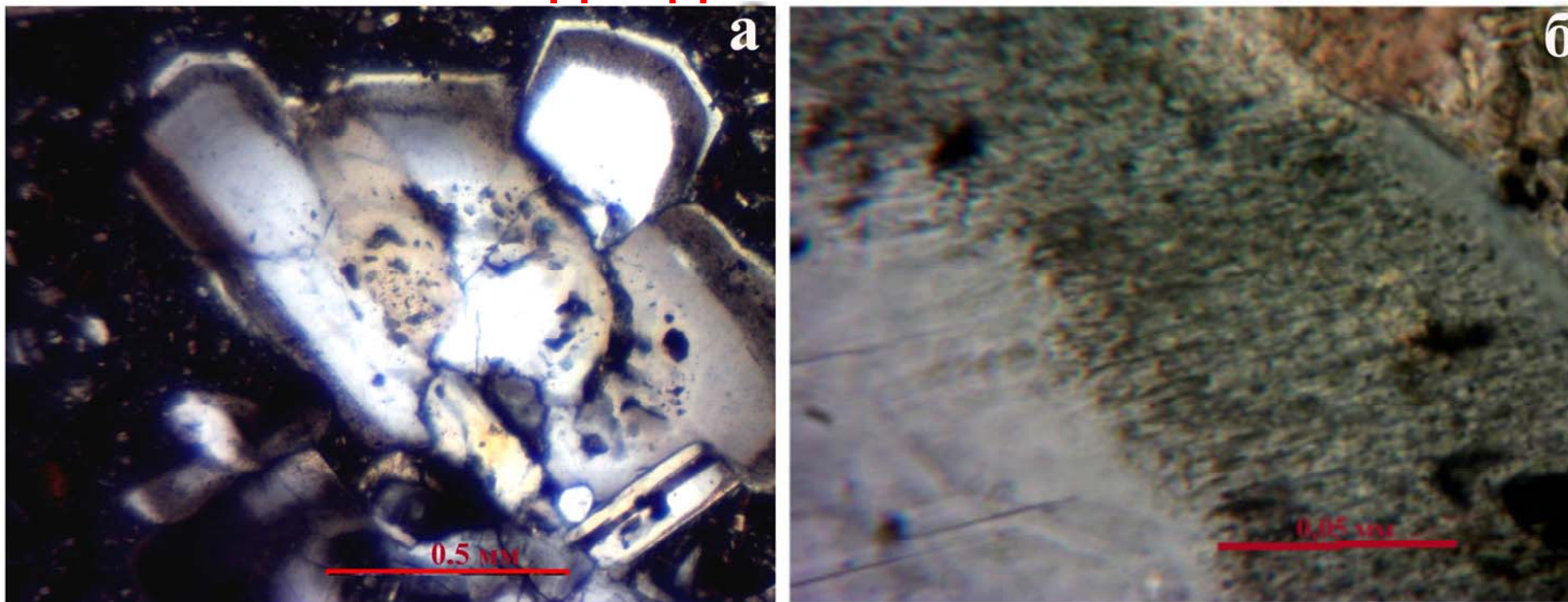


Рельеф и аномальное магнитное поле ΔT_a



Акустические помехи

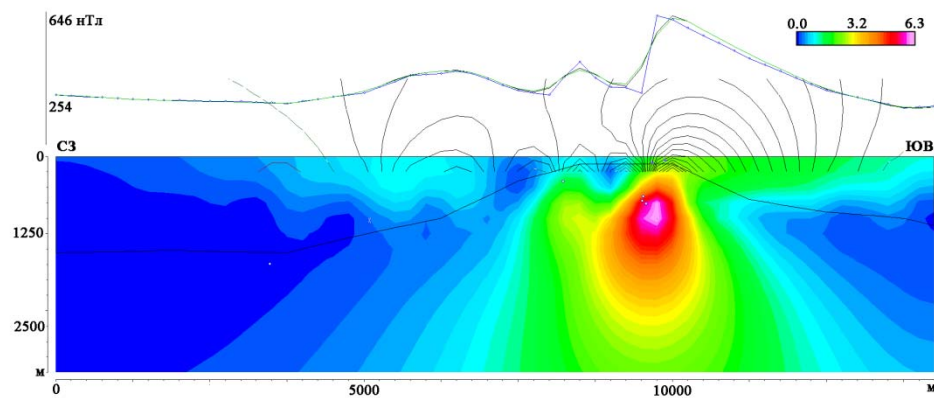
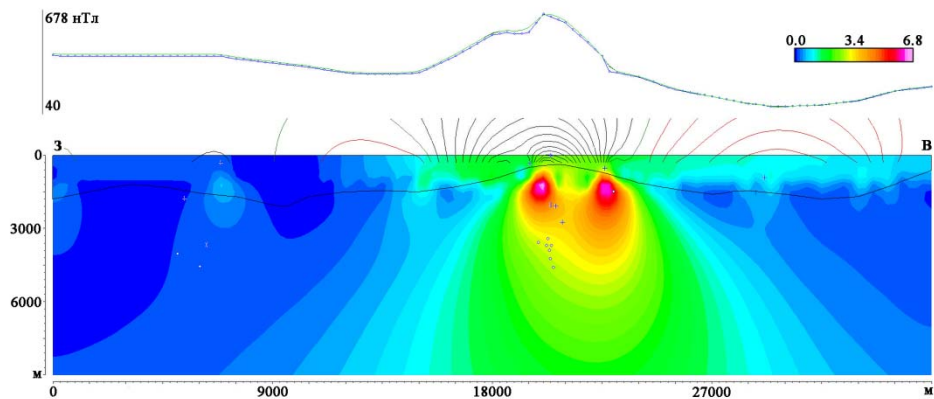
ПОДВОДНЫЙ ВУЛКАН 8.10



а – гломеропорфировый сросток кристаллов плагиоклаза;
б – зона кристалла плагиоклаза, обогащенная газом-жидкими включениями.



ПОДВОДНЫЙ ВУЛКАН 8.10



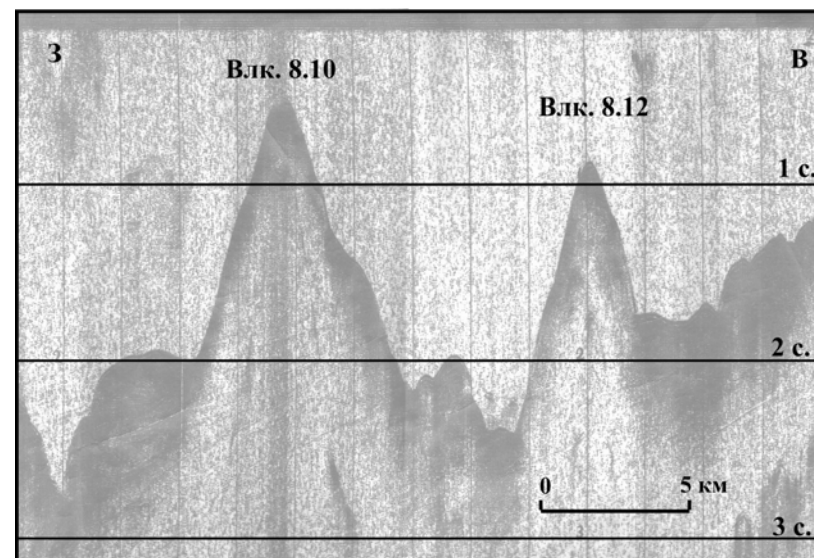
Изолинии продолженного поля:
 — отрицательные
 — нулевые
 — положительные

Графики полей:
 — наблюдаемого
 — редуцированного
 — синтезированного

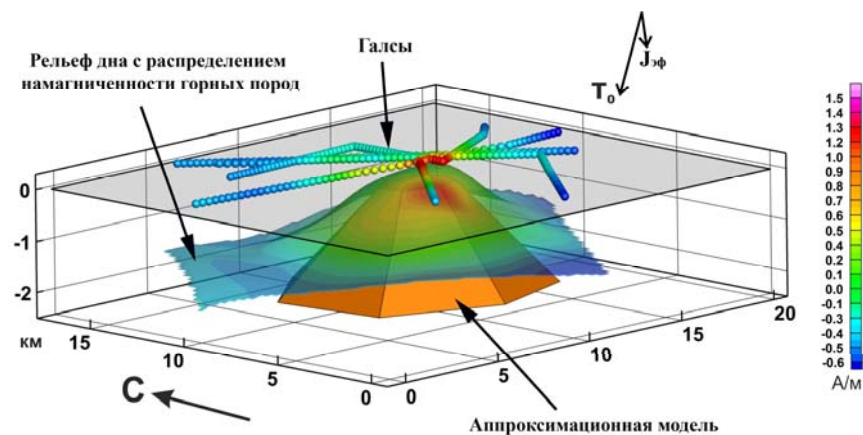
Точки по Трошкову:
 + 1 типа
 X 2 типа
 o 3 типа

Нормированный модуль
 (Color scale from 0.0 to 6.3)

Профили НСП



Уточнение направления $J_{эф}$

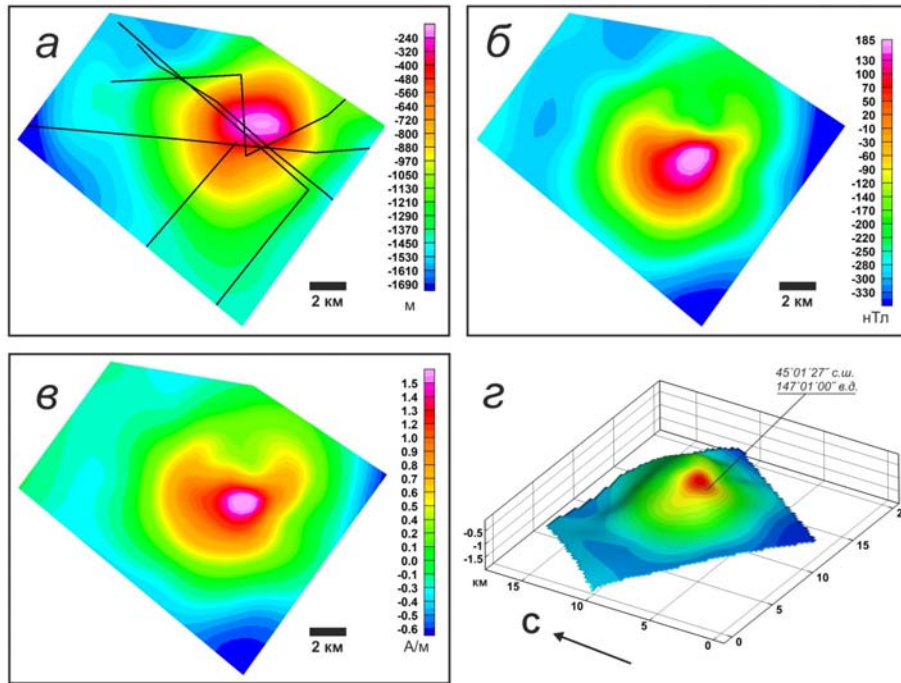


Изображения, синтезированные системой СИНГУЛЯР для локализации особых точек функции, описывающей аномальное магнитное поле ΔT_a , наложенные на рельеф дна.

Вектор $J_{эф}$ горных пород, слагающих подводный вулкан, имеет склонение 52° и наклонение 26° и развернут относительно нормального магнитного поля Земли T_0 на 54° .

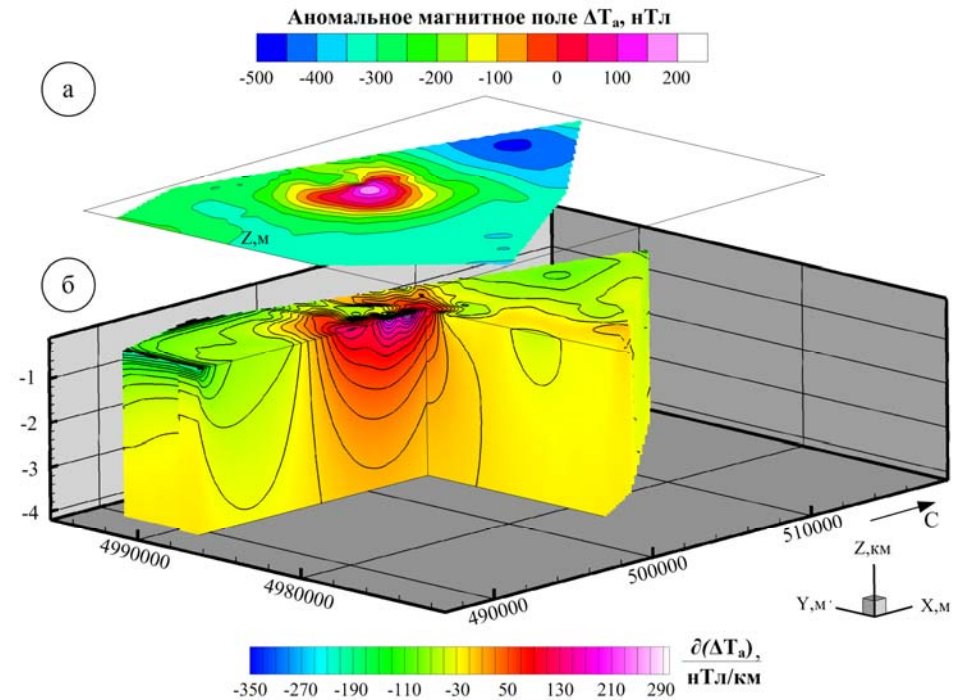
ПОДВОДНЫЙ ВУЛКАН 8.10

3D-моделирование

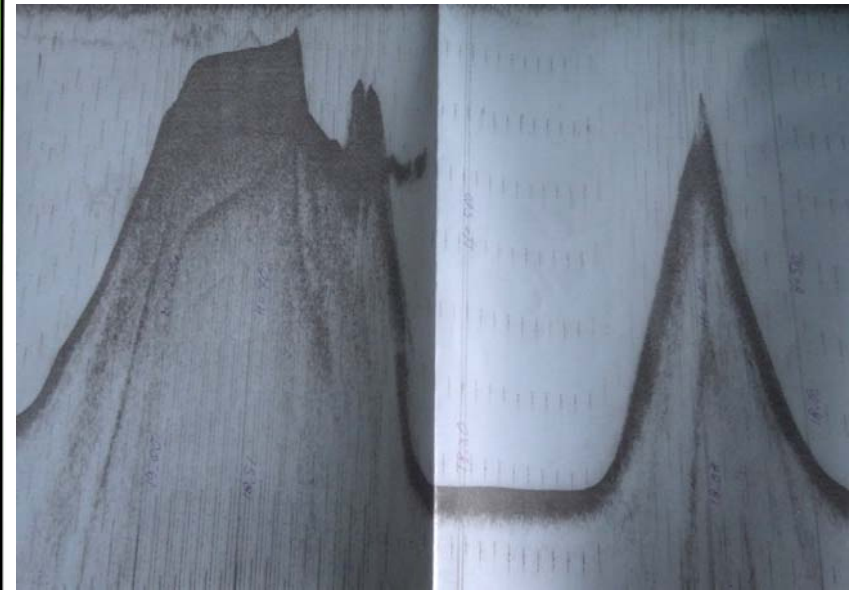
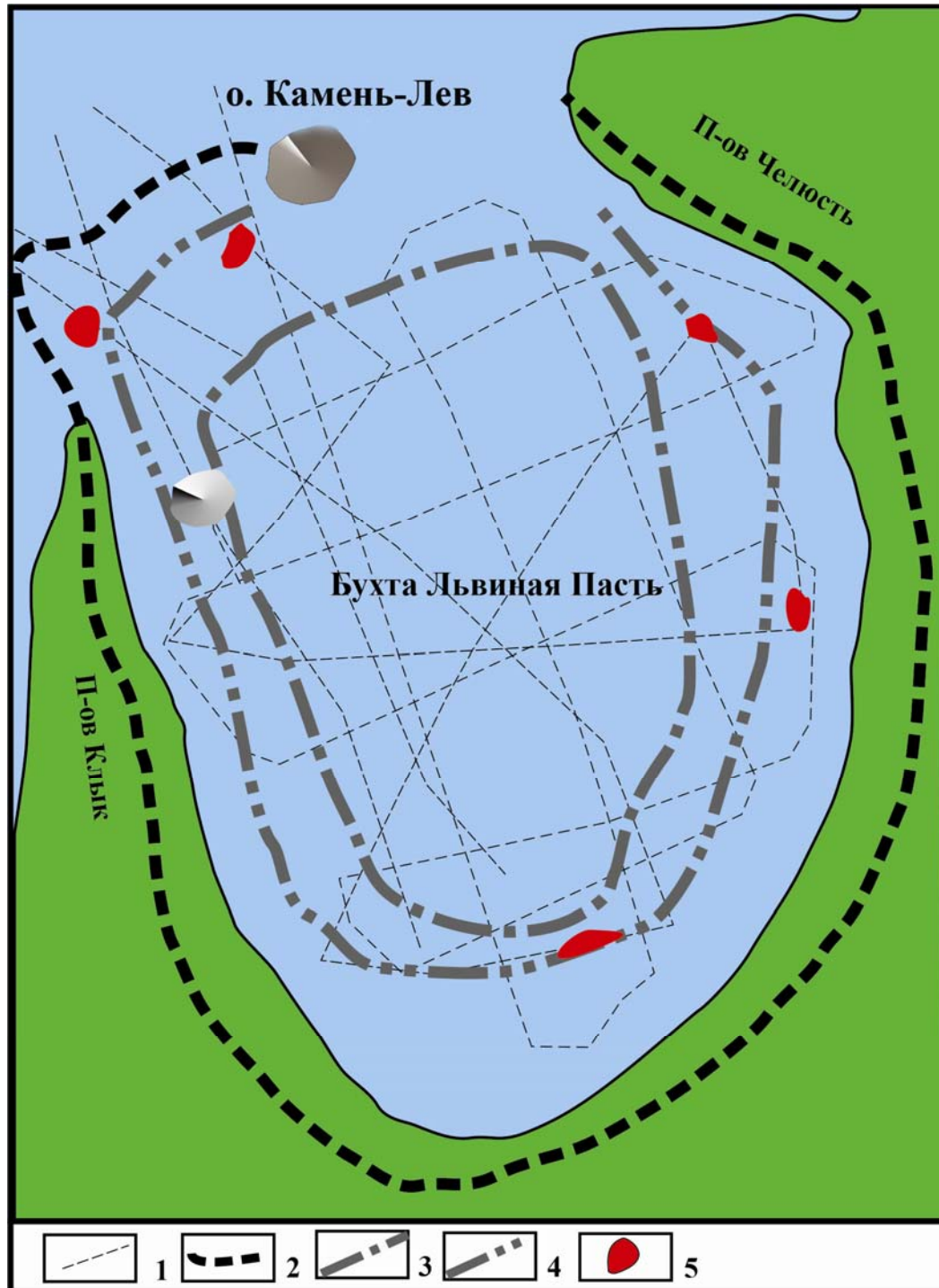


а – батиметрия;
б – аномальное магнитное поле ΔT_a ;
в – пространственное распределение эффективной намагниченности $J_{эф}$;
г – пространственное распределение эффективной намагниченности $J_{эф}$, изображенное на поверхности вулкана .

Томографический анализ аномального магнитного поля



КАЛЬДЕРА ЛЬВИНАЯ ПАСТЬ



1 – геофизические профили;
2 – гребень кальдеры;
3, 4 – кальдерообразующие разломы более молодой кальдеры (3) и более древней (4) кальдеры;
5 – места обнаружения признаков выделения газов в водную толщу.